

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 62182468  
PUBLICATION DATE : 10-08-87

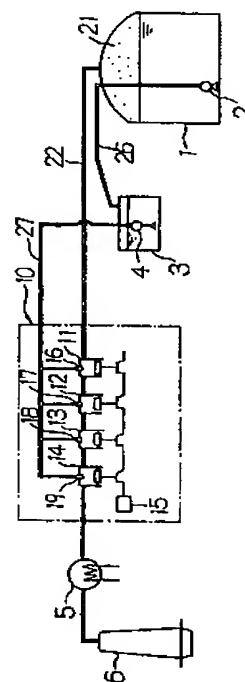
APPLICATION DATE : 06-02-86  
APPLICATION NUMBER : 61022843

APPLICANT : MITSUBISHI HEAVY IND LTD;

INVENTOR : SODA MASAHIRO;

INT.CL. : F02M 25/08 F02M 21/02

TITLE : DEVICE FOR COMPRESSING  
BOIL-OFF GAS



**ABSTRACT :** **PURPOSE:** To make it possible to decrease pressurizing power by lowering temperatures before pressurization by controlling injection amount of liquefied natural gas (LNG) injected into a compressor so that boil-off gas changes along a saturated steam line of a T-S diagram.

**CONSTITUTION:** While liquefied natural gas (LNG) in a tank 1 generates boil-off gas 21 due to heat from outside and is pressurized with a compressor 10, here the liquefied gas is added to the boil-off gas. This additive LNG is transferred from the tank 1 to a service tank 3 by means of a pump 2 and injected by means of a pressurizing pump 4 through LNG injection ports 16 through 19 arranged in respective cylinder areas of compression mechanisms 11 through 14 of the compressor into the cylinders. The amount of the additive LNG is controlled so that the boil-off gas 21 changes along a saturated steam line of a T-S diagram and the pressurized gas 21 is supplied via a heat exchanger 5 to a Diesel engine 6. Thus, pressurizing power of the boil-off gas can be decreased by lowering temperature before pressurization thereby suppressing temperature rise during the compression process.

**COPYRIGHT:** (C)1987,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-182468

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>

F 02 M 25/08  
21/02

識別記号

庁内整理番号

Z-7407-3G  
Z-7407-3G

⑬ 公開 昭和62年(1987)8月10日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 ボイルオフガス圧縮装置

⑮ 特 願 昭61-22843

⑯ 出 願 昭61(1986)2月6日

⑰ 発 明 者 浅 井 孝 悦 長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式会社長崎研究所内  
⑱ 発 明 者 嶋 北 正 俊 長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式会社長崎研究所内  
⑲ 発 明 者 曾 田 正 浩 長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式会社長崎研究所内  
⑳ 出 願 人 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目5番1号  
㉑ 復 代 理 人 弁理士 岡本 重文 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

ボイルオフガス圧縮装置

2. 特許請求の範囲

液化天然ガスタンクよりボイルオフしたガスを圧縮機に導き、加圧後熱交換器を介して原動機に供給するボイルオフガス圧縮装置において、液化天然ガスを前記圧縮機内に噴射する液化天然ガス供給手段と、前記液化天然ガスの噴射量をボイルオフガスがT-S線の飽和蒸気線に沿って変化するように調節する制御手段とを具えたことを特徴とするボイルオフガス圧縮装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、ボイルオフガス、特に液化天然ガスタンクよりボイルオフしたガスをディーゼルエンジンなどに供給するための圧縮機に関する。

(従来の技術)

従来技術の例を第3図に示す。同図において、液化天然ガスタンク1よりボイルオフしたガス21

は、管22により圧縮機10に導入され、該圧縮機10により加圧昇温され、熱交換器5で海水により常温にまで冷却されてディーゼルエンジン6に燃料として供給される。圧縮機10は、1例としてレシプロ型の4段の圧縮機構11、12、13、14を有し、電動機15により駆動される。各圧縮機構は連結管23で連結されており、図示省略したがガスの吸入圧縮に必要な吸入弁・吐出弁を具備している。また第3段圧縮機構13と第4段圧縮機構14の間には海水により冷却するインターガスクーラ20が設けられている。

なお、この種の従来技術は、例えば、日本船用機関学会誌第19巻第10号(昭和59年10月)“ガスインジェクションディーゼル機関とそのLNG船への応用”に記載されている。

(発明が解決しようとする問題点)

ボイルオフガスを加圧するには動力を必要とする。到達すべき圧力が高いほどより多くの動力が必要になる。

一つの試算例を示すと、液化天然ガスタンクの

容量125,000 m<sup>3</sup>から1日当りその0.1多がボイルオフする時、これをエンジンの燃料として供給するため250 barに加压するに必要な圧縮機動力は約700 kWとなる。

〔問題点を解決するための手段〕

(1) 圧縮機に、圧縮過程にあるボイルオフガスに液化天然ガスを添加するための噴射口を設け、圧縮過程にあるボイルオフガスに液化天然ガスを添加する。

(2) 上記圧縮機に於て、液化天然ガスの添加は、ボイルオフガスがT-S線図(第2図参照)の飽和蒸気線に沿つて変化するように制御する。

〔作用〕

(1) ボイルオフガスの圧縮機入口温度が低下すると共に圧縮過程に於けるガス温度上昇が最少に押えられる。

(2) 加压されるボイルオフガスの気相と添加した液化ガスの液相とからなる混相流の状態が殆んど存在しない。

〔実施例〕

を経て圧縮機10の各圧縮機構11, 12, 13, 14のシリンダー部に設けられている液化ガス噴射口16, 17, 18, 19よりシリンダー内に噴射される。

加压されたボイルオフガスは熱交換器5に於て海水により冷却又は加熱された後ディーゼルエンジンに燃料として供給される。ボイルオフガスの各過程の状態変化を第2図のT-S線図で説明するために、次の様に条件を仮定する。即ち、液化天然ガスの成分は純メタンとし、連結管22を通じて供給される圧縮機入口のボイルオフガス温度は130°K、圧力は1 barとし、これより常温(約300°K)、圧力250 barの加压ガスを得るものとする。噴射口16, 17, 18, 19から噴射された液化天然ガスの液滴は理想的に最少であり、ボイルオフガス中に均質に混合するものと仮定する、さらに外界からの熱侵入及び機械摩擦等は無視するものとする。

第2図に於て、縦軸は温度、横軸はエントロピーを示し、A-Bは飽和液線、I-J-K-Fは飽和蒸気線、M-Hは250 bar等圧線、A-I-

第1図は液化天然ガスタンク1からのボイルオフガス21を加压してディーゼルエンジン6に供給する系統図を示す。第2図はボイルオフガスの加压工程における状態などを説明するためのメタンのT-S線図である。

第1図に於て、1は液化天然ガスタンク、2は液化天然ガス移送ポンプ、3はサービスタンク、4は液化天然ガス加压ポンプ、5は熱交換器、6はディーゼルエンジン、10は圧縮機を示す。さらに11, 12, 13, 14は圧縮機構、15は電動機、16, 17, 18, 19は液化天然ガス噴射口、21はボイルオフガス、22は管、23は連結管を示す。

タンク1内の液化天然ガスは常時外界よりの熱侵入により蒸発して、ボイルオフガス21が発生している。ボイルオフガス21は圧縮機10に於て加压されるが、圧縮機10に於て、ボイルオフガス21に液化ガスを添加する。添加される液化天然ガスはタンク1より液化ガス移送ポンプ2により移送管26を経てサービスタンク3に移送され、こゝより液化天然ガス加压ポンプ4にて液化天然ガス管27

Lは1 barの等圧線を示す。

圧縮機入口のボイルオフガスの状態はL点で示される。これをそのまま単純に4段圧縮して250 barに加压するとM点に到る。これを250 barの定圧のまま海水により常温(約300°K)まで冷却することによりH点に到る。これがディーゼルエンジンに供給される状態である。L-M間のエンタルピー差は約170 Kcal/kgであり、M-H間のエンタルピー差は約-130 Kcalである。ボイルオフガス1 kg当り約170 Kcalに相当する動力エネルギーを要し、大部分の約130 Kcalを海水に熱エネルギーとして廃却していることを意味している。

次いで、ボイルオフガスに液化ガスを噴射して添加した場合を説明する。L点のボイルオフガス1 kgに対しA点の液化ガス0.5 kgを圧縮する始点に於て、液化ガスの全量を1時に噴射した場合の例を述べれば噴射後の状態はC点で示される二相流体となる。これを250 barまで4段圧縮するとH点となる。H点の温度は約300°Kである。O-

H間のエンタルピー差は約85 Kcal/kgである。L点のボイルオフガス1 kgに対しA点の液化ガス0.5 kgを添加してC点の二相流体1.5 kgとなる。これを圧縮してH点の加圧ガス1.5 kgにするに要する動力エネルギーは85 Kcal/kg  $\times$  1.5 kg = 130 Kcal に相当する。L点のボイルオフガスをそのまま圧縮する場合に比し必要とする動力エネルギーは少なく、得られるH点のガス量は1.5倍である。ボイルオフガス1 kgに対して添加する液化ガス量が0.5 kgより多ければ得られる二相流の状態はC点よりA点側になる例えばC'となり逆に少なければC''となり、これを250 barにまで圧縮するとそれぞれH', H''となり得られる加圧ガスの温度が変る。この温度がディーゼルエンジン6に供給するに許容される範囲を越えるようであれば熱交換器5に於て海水により加温又は冷却する。予めボイルオフガスに対し添加する液化ガスの比率をある限られた範囲に設定出来れば、即ち圧縮機10出口のガス温度が許容範囲に設定出来れば熱交換器5は省略出来る。

添加は、圧縮過程のボイルオフガスがT-S線図の飽和蒸気線に沿つて変化するように行う。ボイルオフガス1 kgに対して合計として0.5 kgの液化ガスを添加する場合の説明をすると、圧縮機10の第1圧縮機構11に於て、先ずボイルオフガスのシリンダーへの吸入過程にて液化ガスの一部を噴射口16より噴射して、ボイルオフガスの状態をL点よりI点に変える。さらに続いてその圧縮過程に対応して適量の液化ガスを噴射すると、ガスの状態はI点よりJ点に至る。第2圧縮機構12に於ても同様にその圧縮過程に対応して適量の液化ガスを噴射口17より噴射して、ガスの状態はJ点よりK点に至る。第3圧縮機構13に於ても、その圧縮過程に対応して液化ガスが噴射口18から噴射されるが、その量が少ないので、ガスの状態はK点よりF点に変化し、こゝで飽和蒸気より離れてG点に至る。第4圧縮機構14に於ては、液化ガスの噴射はなく、G点よりH点へと加圧される。ボイルオフガス1 kgに対し液化ガスを0.5 kg添加するこの例に於ては、噴射口19は使用せず、又熱交換器5

C点で示される状態は、A点で示される液相とI点で示される気相との混合物である二相流であり、C点からH点までの圧縮過程の内C点からF点までは二相流の圧縮である。圧縮機10の各圧縮機構について説明すれば、第1の圧縮機構11にてC点よりD点まで二相流の圧縮を行い、第2の圧縮機構12にてD点よりE点までの二相流の圧縮を行い、第3の圧縮機構13にてE点の二相流の圧縮を始め、圧縮過程の途中のF点にて液相分が全量蒸発し終ることにより液相分がなくなり、F点からG点までは気相分のみの圧縮となる。

以上の説明は、添加すべき液化ガスの全量を最初に一時に添加し液相分と気相分は理想的に均質に混合しているという仮定をしている。現実の二相流の取扱いには、例えば液相分が機器の表面に付着し、機器の作動の円滑さを阻害したり、二相間の熱の授受や、状態変換が理想通り進まないという問題がある。二相流の範囲を離れて圧縮を行えば、それだけ扱うガス温度が高くなり所要動力が増加する。このため本発明に於ける液化ガスの

も不用である。

各圧縮過程に於ける液化ガスの噴射添加は、ガスが飽和蒸気線に沿つて変化するように行なわれるが、噴射された液化ガスが混合し蒸発するには僅かながら時間が掛るので、これを考慮してT-S線上の理論値よりも、早く噴射を行う。

#### 〔発明の効果〕

(1) ボイルオフガスの加圧前の温度を下げる事が出来るばかりでなく、圧縮過程での温度上昇を最も低く押える事が出来、これによつてボイルオフガスの加圧動力を少なくする事が出来る。

(2) 圧縮機構に添加した液化ガスの分だけ高圧ガスの量が増加する。

(3) 液化ガスの添加を適正に制御しているので、二相流を取扱う際に発生する問題を生じない。

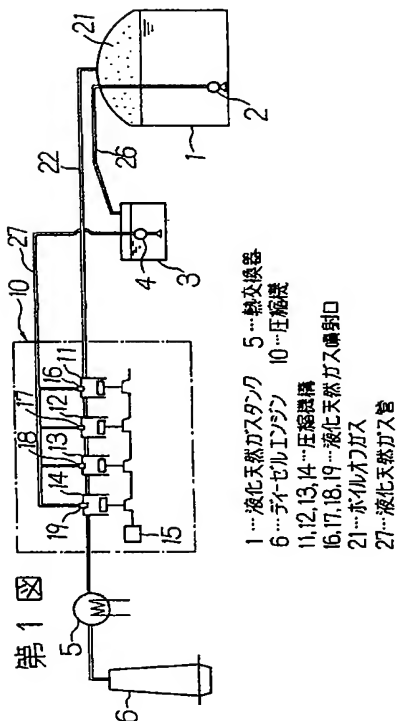
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例としてのボイルオフガス圧縮機およびその前後の系統図、第2図は第1図に於けるガスの状態を説明するT-S線図、第3図は従来のボイルオフガス圧縮機およびその

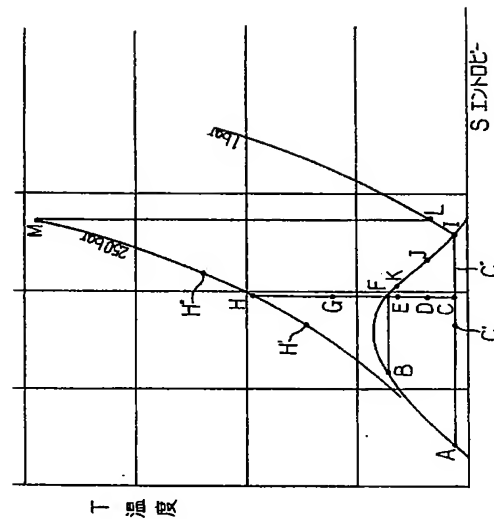
前後の系統図である。

- 1…液化天然ガスタンク
- 5…熱交換器
- 6…ディーゼルエンジン
- 10…圧縮機
- 11, 12, 13, 14…圧縮機構
- 16, 17, 18, 19…液化天然ガス噴射口
- 21…ボイルオフガス
- 27…液化天然ガス管

復代理人 弁理士 岡本重文  
外2名



第2図



第 3 図

